

## УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ КАК МЕТОД РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Рычкова Ю.А.

УрФУ, Yultokareva@gmail.com

Температуру уходящих дымовых газов за котлом принимают не ниже 120-130 °С по двум причинам: для исключения конденсации водяных паров на борах, газоходах и дымовых трубах и для увеличения естественной тяги, снижающей напор дымососа. При этом теплоту уходящих газов и скрытую теплоту парообразования водяных паров можно полезно использовать.

Среди способов утилизации тепла отходящих газов выделяют непосредственное использование избыточного тепла горячих дымовых газов, использование тепловых насосов, а также комбинирование этих методов. Температура уходящих дымовых газов влияет на значение потерь тепла с уходящими газами  $H_g$ , одной из основных составляющих теплового баланса (рис. 1).

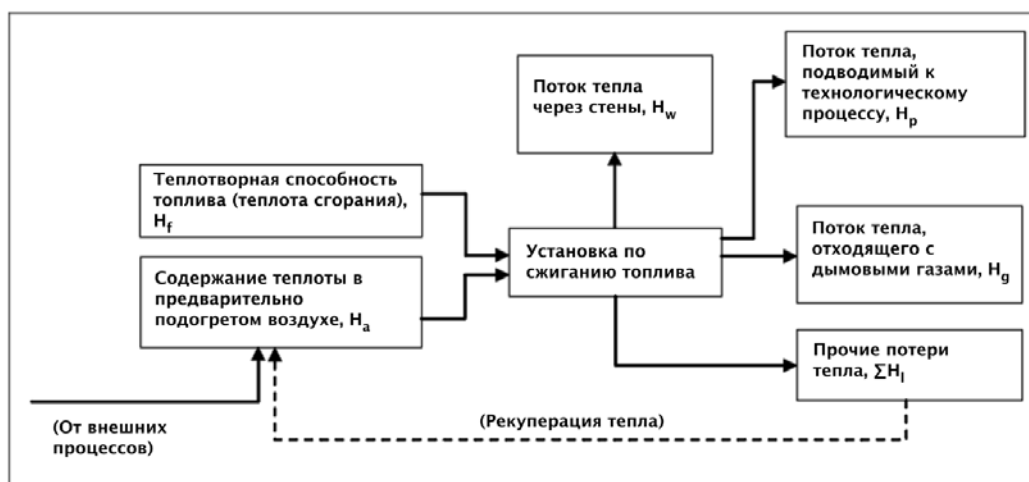


Рис. 1. Энергетический баланс топливосжигающей установки [91, CEFIC, 2005]

Снижение температуры дымовых газов является одним из вариантов сокращения тепловых потерь при сжигании топлива. Например, снижение температуры уходящих дымовых газов на 40 °С при работе котла на природном газе и коэффициенте избытка воздуха 1,2 повышает кпд котла брутто на 1,9 % [2]. Снижение температуры дымовых газов может быть достигнуто путем:

- подбора оптимального оборудования, исходя из требуемой максимальной мощности и обеспечения уровня производства тепла, соответствующего существующим потребностям и не превышающего их;
- интенсификации передачи тепла технологическому процессу;
- рекуперации тепла дымовых газов с использованием дополнительного технологического процесса;
- установки подогревателя воздуха или воды, или организации предварительного подогрева топлива за счет тепла дымовых газов.

На рис.2 приведена схема сжигания с предварительным подогревом воздуха теплом дымовых газов.

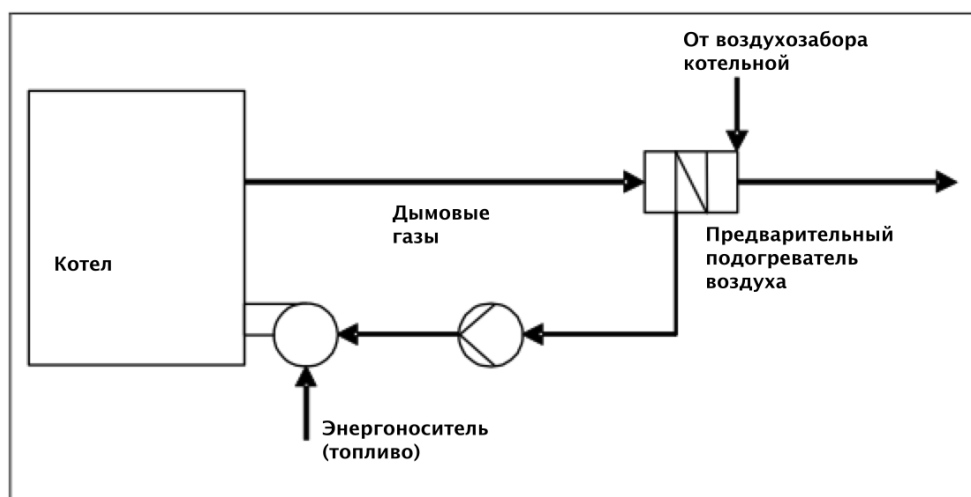


Рис. 2. Схема системы сжигания с предварительным подогревом воздуха [28, Berger, 2005].

На данной схеме, помимо экономайзера, может быть установлен предварительный подогреватель воздуха (газо-воздушный теплообменник), в котором воздух, поступающий из атмосферы, нагревается за счет энергии дымовых газов. Повышение температуры воздуха способствует улучшению условий горения, что приводит к повышению общего КПД системы сжигания. В среднем, снижение температуры дымовых газов на каждые  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  приводит к повышению КПД на  $1\%$ . На практике потенциал энергосбережения в результате предварительного подогрева воздуха –  $3,4\%$ . Поэтому даже для небольших котлов общий объем энергосбережения может достигать нескольких ГВт·ч/год. Например, для котла мощностью  $15\text{ МВт}$  может быть достигнуто энергосбережение в объеме около  $2\text{ ГВт·ч/год}$ , экономический эффект в размере около  $30\text{ тыс. евро/год}$ , а также снижение выбросов  $\text{CO}_2$  на  $400\text{ т/год}$  [1, с. 144].

Менее эффективный, но более простой способ предварительного подогрева состоит в размещении воздухозаборника под потолком в помещении котельной. Во многих случаях температура воздуха в помещении превышает температуру наружного воздуха на  $10\text{--}20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Это может позволить частично скомпенсировать потери тепловой энергии. Еще одно решение – организация воздухозабора и отведения дымовых газов при помощи коаксиального газохода (трубы с двойными стенками). Дымовые газы отводятся по внутренней трубе, в то время как по внешней поступает воздух горения. Теплообмен между газовыми потоками через стенку трубы обеспечивает предварительный подогрев поступающего воздуха. Вместо газо-воздушного может быть установлен водно-газовый теплообменник для предварительного подогрева питательной воды котла.

Среди основных преимуществ метода глубокой утилизации дымовых газов:

- увеличение КПД брутто топливопотребляющей установки на  $2\text{--}3\%$ , с учетом использования скрытой теплоты парообразования водяных паров.

- повышение эффективности сжигания природного газа и снижение расхода топлива на 4-5 кг у.т. на 1 Гкал выработанного тепла.

Однако снижение температуры дымовых газов при определенных условиях влечет за собой ряд проблем [1, с. 140]:

- Необходимость поддержания заданных значений температуры и влажности уходящих дымовых газов, во избежание конденсации паров в газоходах и дымовой трубе;

- Необходимость избегать обмерзания поверхностей теплообмена при нагревании холодных газов;

- Необходимость проведения испытаний газоходов и дымовых труб, обработанных современными антикоррозионными покрытиями, на предмет возможности снижения ограничений по температуре и влажности уходящих после теплоутилизационной установки дымовых газов;

- Предварительный подогрев воздуха горения приводит к повышению температуры пламени и, как следствие, к более интенсивному образованию оксидов азота;

- Внедрение предварительного подогрева воздуха на существующих установках может оказаться затруднительным или экономически неэффективным вследствие недостатка пространства, необходимости установки дополнительных вентиляторов, а также систем подавления образования оксидов азота.

Использование дымовых газов сжигания топлива возможно в схеме рециркуляции дымовых газов. В этом случае всас дымовых газов на дымосос рециркуляции газов (ДРГ) организован за водяным экономайзером котла и подает их в короб горячего воздуха после второй ступени воздухоподогревателя. По различным данным [3] снижение концентрации оксидов азота в выбросах при доле рециркуляции 15 % составляет от 30 до 65 % без ухудшения экономичности работы оборудования. Основными проблемами метода рециркуляции дымовых газов является недостаточная мощность дымососов рециркуляции, затраты электроэнергии на работу дымососа рециркуляции.

### *Библиографический список*

1. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности / В.Н. Виниченко (РОО «ЭКОЛАИН»), Е.Г. Гашо (Объединение «ВНИПИЭнергопром»), Т.В. Гусева (проект «Энергоэффективность в России: обеспечение доступа к европейским наилучшим доступным технологиям»), Е.А. Дмитриев (РХТУ имени Д.И. Менделеева), Г.В. Панкина (Академия стандартизации, метрологии и сертификации). Фонд стратегических программ (SPF) Министерства иностранных дел Великобритании, 2009. 489 с. [Электронный ресурс] URL: [http://www.ippr-russia.org/public/cluster07/Energy\\_Efficiency.pdf](http://www.ippr-russia.org/public/cluster07/Energy_Efficiency.pdf)

2. Метод глубокой утилизации тепла дымовых газов // Энергосовет [Электронный ресурс]. URL: <http://www.energosoвет.ru/entech.php?idd=3>.

3. Заключение по результатам тепловых испытаний котлов ТП-150 и БКЗ-75 Свердловской ТЭЦ с двухступенчатым сжиганием природного газа. Свердловск, 1992. 26 с.